Archive of SID

فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۱، شماره ۴، صفحه ۶۳۰-۶۲۰ (۱۳۹۳)

# بررسی اثرات ناشی از تنش خشکی بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی جمعیت‌های مختلف سیاه تاغ (*Haloxylon aphyllum*)

**محمد هادی راد[1*]، مهدی سلطانی[2]، مصطفی زارع مهرجردی[2] و مهدیه تجملیان[3]**

۱*- نویسنده مسئول، مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، یزد، ایران،
پست الکترونیک: mohammadhadirad@gmail.com

۲- کارشناس پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، ترویج و آموزش کشاورزی، یزد، ایران

۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۲۱ تاریخ پذیرش: ۹۱/۹/۸

## چکیده

سیاه‌تاغ (*Haloxylon aphyllum*) یکی از مهمترین گونه‌های موجود در مناطق خشک است که کاربرد گسترده‌ای در تثبیت شن و بیابان‌زدایی دارد. با وجود مقاومت بالای این گیاه در برابر تنش‌های محیطی ازجمله خشکی، احتمال وجود مقاومت بیشتر در جمعیت‌های مختلف آن وجود دارد. بر این اساس برای ارزیابی میزان تحمل جمعیت‌های مختلف به تنش خشکی، آزمایشی با استفاده از شش جمعیت غالب شامل جمعیت‌های برگرفته از استان‌های یزد (دشت یزد- اردکان)، اصفهان (منطقه کاشان)، سمنان (شهر سمنان)، خراسان جنوبی (بیرجند)، سیستان و بلوچستان (منطقه زابل) و کرمان (شهر کرمان) تحت سه تیمار رطوبتی شامل ۱۰۰، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار با استفاده از لایسیمترهای کوچک وزنی و زهکش‌دار از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰، در ایستگاه تحقیقات بیابان‌زدایی شهید صدوقی یزد اجرا گردید. اثر تیمارهای رطوبتی بر صفات مورفولوژیک مانند وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه، نسبت ریشه به اندام هوایی و بر صفات فیزیولوژیک مانند پتانسیل اسمزی برگ و ریشه، گنجایش نسبی آب، کارایی مصرف آب، کلروفیل کل، کلروفیل a، کلروفیل b، انباشت عناصر سدیم و پتاسیم در اندام هوایی و ریشه مورد بررسی قرارگرفت. نتایج نشان داد که واکنش جمعیت‌های مختلف نسبت به تیمارهای رطوبتی در بسیاری از صفات مورد بررسی بجز میزان کلروفیل ($P<۰/۰۵$) اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. تأثیر تیمارهای رطوبتی بر کارایی مصرف آب و صفات فیزیولوژیک نظیر پتانسیل اسمزی برگ، گنجایش نسبی برگ، کلروفیل کل، کلروفیل a، کلروفیل b و میزان سدیم ریشه اختلاف معنی‌داری ($P<۰/۰۱$) داشت. همچنین اثر تیمارهای رطوبتی بر پتاسیم برگ در سطح پنج درصد ($P<۰/۰۵$) معنی‌دار بود. البته تنش خشکی بر پتانسیل اسمزی ریشه، سدیم برگ و پتاسیم ریشه تأثیر معنی‌داری نداشت. اما اثرات متقابل جمعیت و تیمارهای رطوبتی نیز تنها بر کلروفیل کل در سطح پنج درصد ($P<۰/۰۵$) معنی‌دار بود. بعبارتی تأثیر تیمارهای رطوبتی در جمعیت‌های مختلف در بسیاری از فاکتورهای فیزیولوژیکی مورد اندازه‌گیری یکسان بود. اثر تنش خشکی بر صفات مورفولوژیک نظیر وزن تر و خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و وزن خشک کل و همچنین نسبت ریشه به اندام هوایی معنی‌دار بود ($P<۰/۰۰۱$). به‌طوری‌که اثرات متقابل جمعیت و تیمارهای رطوبتی نیز تفاوت معنی‌داری را در خصوص فاکتورهای مرفولوژیکی نشان نداد.

**واژه‌های کلیدی:** سیاه تاغ (*Haloxylon aphyllum*)، جمعیت، تنش خشکی، ویژگی‌های فیزیولوژیکی، ویژگی‌های مرفولوژیکی.

www.SID.ir

Archive of SID


## مقدمه

کمبود آب و به طبع آن خشکی از مهمترین عوامل محیطی کاهش عملکرد بسیاری از گیاهان به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. از روش‌های مؤثر در بهبود شرایط زیستی در این مناطق، احیا عرصه‌های بیابانی با کاشت گونه‌های مناسب گیاهیست. گونه‌های تاغ به‌عنوان گیاهی مقاوم در رویشگاه‌های مختلف به‌صورت طبیعی و دست‌کاشت، توده‌های کم و بیش انبوه و پراکنده‌ای را در بسیاری از نقاط بیابانی ایران تشکیل می‌دهند (امانی و عارفی، ۱۳۸۲). استفاده از گونه سیاه‌تاغ (*Haloxylon aphyllum*) که بدلیل ویژگی‌های مرفولوژیکی و فیزیولوژیکی بردباری بیشتری نسبت به شرایط محیطی دارد، در اولویت قرارگرفته است. با توجه به اثرات احتمالی شرایط محیطی بر ویژگی‌های ژنتیکی و بروز رفتارهای متفاوت از پایه‌های کشت شده در مناطق مختلف کشور، ضروریست که تنوع حاصل مورد بررسی و پایه‌ها و یا جمعیت‌های برتر در امر بیابان‌زدایی و تثبیت شن‌های روان مورد استفاده قرار گیرد. پورمیدانی و همکاران (۱۳۸۴) با بررسی وراثت‌پذیری و همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی صفات در ژنوتیپ‌های مختلف سیاه تاغ نواحی خشک ایران، گزارش کرده‌اند که بین جمعیت‌های مورد آزمایش اختلاف معنی‌داری از نظر صفات فنوتیپی و ژنوتیپی وجود دارد. سالار و همکاران (۱۳۸۴) نیز بر وجود تنوع ژنتیکی بین پایه‌های به‌کارگرفته در آزمایش خود تأکید نموده‌اند.

گیاهانی که به‌طور طبیعی در یک محیط زندگی می‌کنند، دارای سلسله اختصاصات ساختمانی هستند که معرف شرایط محیطی مکان استقرار آنها می‌باشد. تغییر در شرایط آب و هوایی و خاک اثرات شدیدی در تکامل و تحول مکانیسم‌های سازگاری به خشکی محلی در جمعیت‌های مختلف گیاهان دارد (Mckay *et al.*, 2001، Van Kleunen, 2007 و Wu *et al.*, 2010). به‌منظور پیشگویی پاسخ‌های تکاملی گیاهان به تنش‌های خشکی به کسب اطلاعاتی از پاسخ‌های ژنتیکی گیاهان به تنش خشکی در جمعیت‌های مختلف نیاز است.

Xiao و همکاران (۲۰۰۸) با انجام آزمایش بر روی جمعیت‌های مختلف *Populus cathayana*، گزارش نمودند که جمعیت‌های برگرفته از مناطق خشک دارای مقاومت بیشتری نسبت به تنش خشکی در بسیاری از فاکتورهای مورد بررسی بودند. Zhang و همکاران (۲۰۰۵) با انجام آزمایش بر روی سه جمعیت *Populus davidiana* به این نتیجه رسیدند که اختلاف معنی‌داری در ارتفاع گیاهان، ماده خشک کل، سطح برگ ویژه، نسبت ریشه به اندام هوایی، سطح کل برگ، فتوسنتز خالص، میزان تعرق و کارایی مصرف آب در بین سه جمعیت مورد آزمایش وجود دارد. آنها بیان کردند که جمعیت‌های مربوط به مناطق مرطوب می‌توانند با بکارگیری سازوکارهای مناسب در شرایط رطوبت کافی خاک، رشد سریع داشته و عملکرد خوبی را بر جای بگذارند و بعکس جمعیت‌های مربوط به مناطق خشک با کند نمودن رشد و کاهش عملکرد و همچنین بهبود کارایی مصرف آب با خشکی مقابله نمایند. این موضوع می‌تواند مسیر انتخاب هر یک از جمعیت‌ها را برای کاشت در مناطق مختلف روشن نماید. اگرچه مطالعاتی در خصوص سازوکارهای مقاومت به خشکی در گونه‌های مختلف تاغ انجام شده است (Gong *et al.*, 2006; Rad *et al.*, 2008a; Rad *et al.*, 2008b و Lishan *et al.*, 2008). اما اطلاعات جامعی در خصوص واکنش جمعیت‌های مختلف این گیاه نسبت به تنش خشکی در دسترس نیست.

## مواد و روش‌ها

### مشخصات منطقه مورد مطالعه

ایستگاه تحقیقات بیابان‌زدایی شهید صدوقی یزد در طول جغرافیایی "۹'۱۱°۵۴ و عرض جغرافیایی "۳۰'۴°۳۲ واقع شده است. از نظر اقلیمی بر اساس روش دومارتن اصلاح‌شده در رده مناطق فراخشک سرد قرار دارد. میانگین بارندگی سالانه ۷۰ میلی‌متر، بیشینه سرعت باد ۱۲۰ کیلومتر در ساعت، میانگین تبخیر سالانه ۴۰۰۰ میلی‌متر، میانگین دمای سالانه۲۰ درجه سانتی‌گراد و بیشینه مطلق دمای سالانه ۴۴ و کمینه مطلق دمای سالانه ۱۳/۵- درجه

www.SID.ir

Archive of SID


سانتی‌گراد گزارش شده است.

**روش تحقیق**

به‌منظور بررسی واکنش جمعیت‌های مختلف سیاه تاغ نسبت به تنش خشکی، آزمایشی از سال ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰ در قالب فاکتوریل با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اعمال شد. تیمارهای رطوبتی شامل شاهد (۱۰۰٪ ظرفیت زراعی)، تنش متوسط (۵۰٪ ظرفیت زراعی) و تنش شدید (۲۵٪ ظرفیت زراعی) بود.

از شش منطقه به‌عنوان شش جمعیت غالب، بذر جمع‌آوری شد. مناطق دشت یزد- اردکان در استان یزد و زابل در استان سیستان و بلوچستان با بارندگی کمتر از ۱۰۰ میلی‌متر، مناطق کاشان در استان اصفهان، سمنان در استان سمنان و کرمان در استان کرمان با بارندگی ۱۰۰ تا ۱۵۰ میلی‌متر و بیرجند در استان خراسان جنوبی با بارندگی بیش از ۱۵۰ میلی‌متر مورد توجه قرارگرفتند.

با توجه به اینکه رویشگاه اصلی تاغ شن‌زارهای بادرفتی است، از شنزارهای مجاور محل اجرای طرح به‌عنوان بستر کاشت استفاده گردید. جدول یک و دو، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش را نشان می‌دهد. پس از کاشت بذر در گلدان‌های پلاستیکی در اوایل بهار و تولید نهال، نسبت به انتقال آنها در اواخر خردادماه در گلدان‌های پلاستیکی (لایسیمترهای کوچک) زهکش‌دار و عایق به قطر ۴۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۶۰ سانتی‌متر اقدام گردید.

ویژگی‌های مورد بررسی شامل گنجایش نسبی آب (RWC)، کارایی مصرف آب (WUE)، پتانسیل اسمزی خاک، برگ و ریشه، میزان سدیم و پتاسیم، میزان کلروفیل کل، کلروفیل a و b، وزن خشک اندام هوایی و ریشه و نسبت ریشه به اندام هوایی بود. در پایان آزمایش میزان آب مصرف شده در هر یک از تیمارها نیز محاسبه گردید.

**جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک مورد استفاده در آزمایش**

| عمق | جرم مخصوص ظاهری | تخلخل | شن (درصد) | سیلت (درصد) | رس (درصد) | نوع بافت | درصد اشباع وزنی (SP) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰-۱۲۰ | ۱/۶۱ | ۳۸/۷ | ۹۳ | ۳/۳ | ۳/۷ | sand | ۲۴/۰۸ |

**جدول ۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش**

| عمق | هدایت الکتریکی (ds/m) | واکنش خاک (pH) | مواد خنثی شونده (٪) | کربن آلی (٪) | ازت کل (٪) | فسفر قابل جذب (ppm) | پتاسیم قابل جذب (ppm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰-۱۲۰ | ۴/۳۶ | ۸/۱ | ۳۵/۸ | ۰/۰۶ | ۰/۰۰۵ | ۰/۷۷ | ۷۸/۵ |

میزان آماس نسبی برگ (RWC): مقداری از برگ گیاه را در دمای ثابت ۳۰ درجه سانتی‌گراد در داخل آب مقطر قرار داده و پس از ۴ ساعت از آب خارج نموده و با کاغذ صافی آنها را خشک و وزن آماس‌شده برگ اندازه‌گیری شد. پس از توزین، برگ‌ها در داخل کوره با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. پس از خشک شدن مجدداً وزن شده و با استفاده از فرمول زیر، مقدار RWC محاسبه شد.

RWC = وزن برگ خشک شده- وزن برگ تازه/ وزن برگ خشک شده- وزن آماس شده ×۱۰۰

اندازه‌گیری میزان پرولین و قند: پرولین با استفاده از روش Bates و همکاران (۱۹۷۳) و قندهای محلول با استفاده از روش Rigoyen و همکاران (۱۹۹۲) اندازه‌گیری شدند.

www.SID.ir

Archive of SID


به‌منظور اندازه‌گیری محتوای کلروفیل بعد از استخراج عصاره‌ها، جذب آنها توسط اسپکتوفتومتر در طول موج‌های ۶۶۳ و ۶۴۵ نانومتر انجام شد و بعد برای محاسبه کلروفیل a و b از فرمول‌های زیر استفاده شد.

میلی‌گرم کلروفیل a /گرم بافت = $\{۱۲/۷(A_{663}) - ۲/۵۸(A_{645})\}$ v/w × ۱۰۰۰

میلی‌گرم کلروفیل b /گرم بافت = $\{۲۰/۲(A_{645}) - ۴/۶۸(A_{663})\}$ v/w ×۱۰۰۰

میلی‌گرم کلروفیل کل /گرم بافت= $\{۲۰/۲(A_{645}) + ۸/۰۲(A_{663})\}$ v/w ×۱۰۰۰

که در آن W وزن نمونه برحسب گرم، V حجم نمونه قرار گرفته در اسپکتوفتومتر و A میزان جذب صورت گرفته در طول موج مد نظر است.

کارآیی مصرف آب (WUE: Water use Efficiency): کارایی مصرف آب در این آزمایش عبارت است از مقدار ماده خشک تولید شده (ریشه + اندام هوایی) به ازای هر واحد آب مصرف شده (لیتر) توسط گیاه که بصورت زیر محاسبه شد:

$$WUE=\frac{D}{W}$$

که در آن WUE کارایی مصرف آب، D جرم ماده خشک تولید شده و W جرم آب مصرف شده توسط گیاه می‌باشد.

## نتایج

### ویژگی‌های فیزیولوژیکی

نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تأثیر تنش خشکی بر کارایی مصرف آب و صفات فیزیولوژیک نظیر آماس یا گنجایش نسبی آب برگ (RWC)، کلروفیل a، کلروفیل b و کلروفیل t و میزان سدیم ریشه، پتانسیل اسمزی برگ و پتانسیل اسمزی خاک (جدول ۳ و ۴) نشان داد که در سطح آماری یک درصد ($P<۰/۰۱$) دارای اختلاف معنی‌دار بود. همچنین اثر تیمارهای رطوبتی بر پتاسیم برگ در سطح پنج درصد ($P<۰/۰۵$) معنی‌دار بود. البته تنش خشکی بر سایر صفات مانند پتانسیل اسمزی ریشه، سدیم برگ و پتاسیم ریشه تأثیر معنی‌داری نداشت. به‌طوری‌که در بین جمعیت‌های مختلف نیز تنها صفات کلروفیل a و کلروفیل b تفاوت معنی‌داری را در سطح پنج درصد ($P<۰/۰۵$) از خود نشان دادند. سایر صفات مورد اندازه‌گیری اختلاف معنی‌داری را در جمعیت‌های مختلف از خود نشان ندادند. اثرات متقابل جمعیت و تیمارهای رطوبتی نیز تنها بر کلروفیل کل در سطح پنج درصد ($P<۰/۰۵$) معنی‌دار بود. به عبارتی تأثیر تیمارهای رطوبتی در جمعیت‌های مختلف در بسیاری از فاکتورهای فیزیولوژیکی مورد اندازه‌گیری یکسان بود.

www.SID.ir

Archive of SID


**جدول ۳- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به برخی از فاکتورهای فیزیولوژیک در تیمارهای رطوبتی و جمعیت‌های مختلف**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | کلروفیل a | کلروفیل b | کلروفیل کل | پتانسیل اسمزی برگ | پتانسیل اسمزی ریشه | پتانسیل اسمزی خاک | پتاسیم برگ | پتاسیم ریشه | سدیم برگ | سدیم ریشه | کارایی مصرف آب | آماس نسبی برگ (RWC) |
| بلوک | ۲ | ۰/۰۱۰ Ns | ۰/۰۰۱ Ns | ۰/۰۰۹ Ns | ۲۲۰/۶ Ns | ۹۳/۸۴ Ns | ۰/۵۵۳ Ns | ۰/۲۳۸ Ns | ۰/۱۹۴ Ns | ۱/۲۳۰ Ns | ۰/۱۴۹ Ns | ۰/۲۳۳ Ns | ۱۰۱/۱۳ NS |
| تیمار | ۲ | ۰/۲۳۴ ** | ۰/۰۱۱ ** | ۰/۷۶۱ ** | /۲۲ ۱۱۹۰۱** | /۰۴۰ ۲۲۳ Ns | ۸۹/۸۳ ** | ۰/۸۹۲ * | ۰/۰۰۳ Ns | ۰/۸۹۲ Ns | ۰/۶۰۸ ** | ۱/۳۳* * | ۶۱۶۵/۷ ** |
| جمعیت | ۵ | ۰/۰۱۶ * | ۰/۰۰۲ * | ۰/۰۲۷ * | /۱۱۹ ۱۵۵ Ns | ۹۵/۵۹۷ Ns | ۲/۳۵ Ns | ۰/۱۵۶ Ns | ۰/۱۲۱ Ns | ۱/۴۳۷ Ns | ۰/۲۶۰ Ns | ۰/۲۸۵ Ns | ۴۵/۰۷۵ NS |
| جمعیت*تیمار | ۱۰ | ۰/۰۱۳ Ns | ۰/۰۰۱ Ns | ۰/۰۱۹ * | /۸۶۵ ۳۳۴Ns | /۰۱۵ ۱۳۹Ns | ۱/۵۳۲ Ns | ۰/۱۹۰ Ns | ۰/۰۸۸ Ns | ۱/۰۵۱ Ns | ۰/۱۲۵ Ns | ۰/۱۲۳ Ns | ۵۱/۱۰۴ NS |
| خطا | ۳۴ | ۰/۰۰۶ | ۰۰۰ | ۰/۰۰۹ | /۱۵۰ ۱۶۳ | ۱۶۳/۹۵ | ۱/۳۲۴ | ۰/۱۷۴ | ۰/۰۶۳ | ۱/۱۲۹ | ۰/۰۶۵ | ۴/۵۵۶ | ۴۲/۹۹۷ |

**کارایی مصرف آب:** کمترین میزان کارایی مصرف آب مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود و به ازای هر لیتر آب مصرف‌شده ۲ گرم ماده خشک تولید شد. این عدد در مورد تیمار۵۰ درصد ظرفیت زراعی ۲/۳۶ گرم به ازای هر لیتر آب مصرفی و برای ۲۵ درصد ظرفیت زراعی ۲/۵۶ گرم به ازای هر لیتر آب مصرفی بود (شکل۱). در بین جمعیت‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید؛ هرچند بررسی‌های به‌عمل آمده نشان داد که به‌طور متوسط بالاترین کارایی مصرف آب با ۲/۵۶ گرم ماده خشک به ازای هر لیتر تعرق مربوط به جمعیت یزد بود. البته بیشترین مقدار در زمان اعمال تنش متوسط با ۲/۶۴ گرم ماده خشک به ازای هر لیتر تعرق انجام شده، بدست آمد. کمترین مقدار با متوسط ۲/۰۹ گرم ماده خشک به ازای هر لیتر تعرق مربوط به منشأ سمنان بود.

**پتانسیل اسمزی برگ و ریشه:** بیشترین پتانسیل اسمزی برگ با افزایش ۱/۶ برابری نسبت به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی، مربوط به تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی با ۱۲۷/۱۷- بار بود (شکل۲). بیشترین میزان پتانسیل اسمزی ریشه در تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی با ۵۱/۵- بار مشاهده شد. این مقدار در تیمار ۱۰۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به‌ترتیب برابر با ۴۴/۸۴- و ۵۰/۱۲- بار مشاهده شد. پتانسیل اسمزی برگ و ریشه در جمعیت‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را از خود نشان نداد، هرچند بررسی‌های به‌عمل آمده نشان از برتری پتانسیل اسمزی برگ جمعیت یزد با ۱۰۳/۶۵- بار نسبت به سایرین بود. کمترین پتانسیل اسمزی مربوط به جمعیت کرمان با ۹۱/۷۱- بار بود. بالاترین پتانسیل اسمزی خاک مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی با ۹/۳۸- بار بود، در حالی‌که تیمارهای رطوبتی دیگر اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۳).

**گنجایش نسبی آب (RWC):** گنجایش نسبی آب در تیمار ۱۰۰ و ۵۰ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری

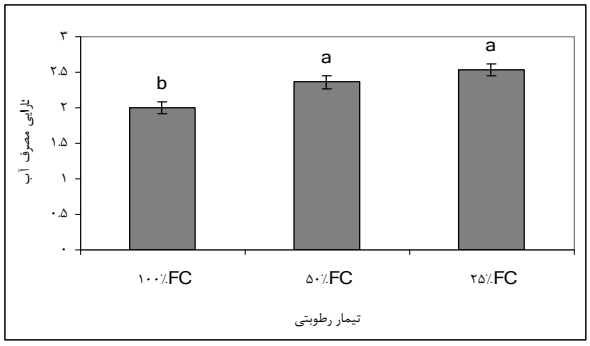
www.SID.ir

Archive of SID

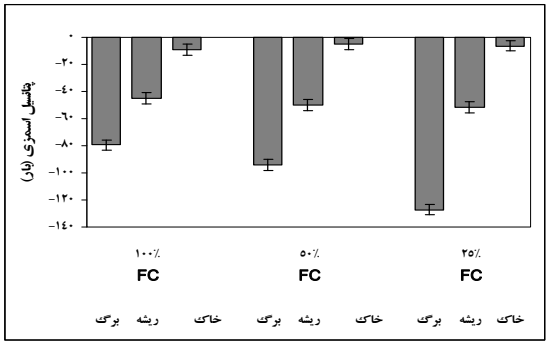

نداشته و به‌ترتیب با ۸۷/۸۱ و ۸۳/۴ درصد بیشترین میزان و تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی با ۵۳/۸ درصد کمترین میزان را دارا بود (شکل ۴). بنابراین اختلاف معنی‌داری بین جمعیت‌های مختلف مشاهده نگردید.

**میزان سدیم و پتاسیم ریشه و برگ:** مقدار پتاسیم در تیمار ۱۰۰، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به‌ترتیب ۳/۷۵، ۳/۶۱ و ۳/۳۴ درصد اندازه گیری شد (شکل ۵). اختلاف معنی‌داری در میزان پتاسیم ریشه مشاهده نگردید، این مقدار به‌طور متوسط در حدود ۱/۲۵ درصد اندازه‌گیری شد. تجمع سدیم در اندام هوایی به‌طور متوسط ۶ درصد بود که بین تیمارها اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. کمترین میزان تجمع سدیم در ریشه در تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی با ۲ درصد و بیشترین میزان در تیمارهای ۱۰۰ و۵۰ درصد ظرفیت زراعی به‌ترتیب با ۲/۴ و ۲/۲ درصد اندازه‌گیری شد (شکل ۶). اختلاف معنی‌داری بین جمعیت‌های مختلف در میزان پتاسیم، سدیم برگ و ریشه مشاهده نگردید (جدول ۳).

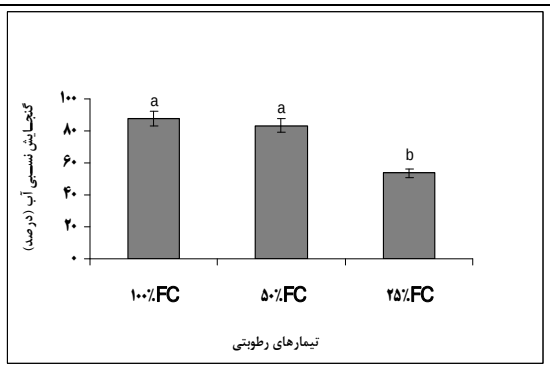
**محتوای کلروفیل:** کمترین مقادیر کلروفیل کل، a و b مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به‌ترتیب ۰/۱۳۷، ۰/۰۴۴ و ۰/۱۹۴ میلی‌گرم بر گرم بافت برگ بود. این مقادیر در تیمار ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به‌ترتیب برابر با ۰/۳۰۹، ۰/۰۷۵، ۰/۴ و ۰/۳۵۳، ۰/۰۹۲، ۰/۴۷ میلی‌گرم بر گرم بافت برگ بود (شکل ۷). بیشترین میزان کلروفیل کل، a و b مربوط به جمعیت بیرجند و تحت تنش شدید خشکی بود. سایر جمعیت‌ها اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. البته اثر متقابل تیمار رطوبتی با جمعیت‌های مختلف تنها در میزان کلروفیل کل و در سطح آماری پنج درصد ($P<0/05$) اختلاف معنی‌داری را از خود نشان داد.



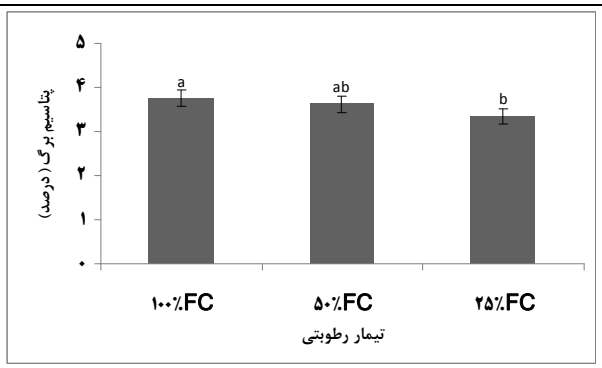

شکل ۱- کارایی مصرف آب در تیمارهای رطوبتی




شکل ۲- پتانسیل اسمزی خاک، ریشه و برگ در تیمارهای رطوبتی



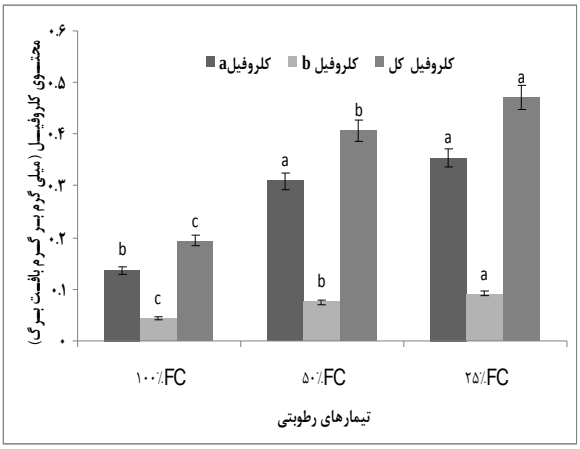

شکل ۳- تأثیر تیمارهای رطوبتی بر گنجایش نسبی آب برگ



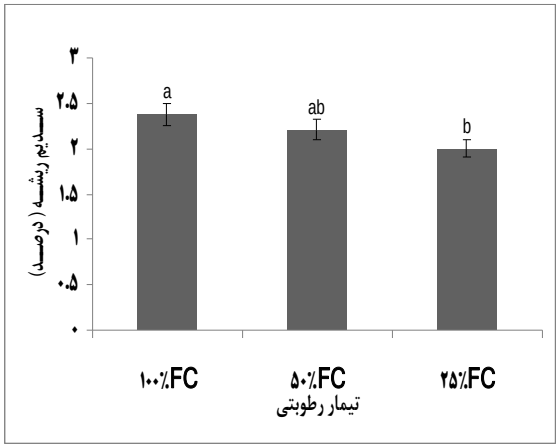

شکل ۴- میانگین پتاسیم برگ در تیمارهای مختلف رطوبتی

www.SID.ir

Archive of SID


شکل ۵- میانگین سدیم موجود در ریشه در تیمارهای رطوبتی




شکل۶- محتوای کلروفیل کل، **a** و **b** در تیمارهای رطوبتی

**ویژگی‌های مرفولوژیک:** بر اساس نتایج بدست‌آمده از جدول تجزیه واریانس داده‌های مربوط به خصوصیات مرفولوژیکی (جدول۴)، مشخص گردید که اثر تنش خشکی بر صفات مرفولوژیک نظیر وزن خشک اندام هوایی، وزن خشک ریشه و وزن خشک کل و همچنین نسبت ریشه به اندام هوایی در سطح یک درصد ($P<۰/۰۵$) معنی‌دار بود. البته اثر تنش رطوبتی در بین جمعیت‌های مختلف و نیز اثرات متقابل جمعیت و تیمارهای رطوبتی نیز تفاوت معنی‌داری را در خصوص فاکتورهای مرفولوژیکی نشان نداد.

وزن تر اندام هوایی با افزایش تنش خشکی کاهش یافت، به‌طوری‌که از ۱۲۴/۴۱ گرم در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی با یک کاهش ۵۰ درصدی به ۵۶/۶ گرم رسید (شکل ۷). وزن خشک اندام هوایی در تیمارهای ۱۰۰، ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی به‌ترتیب ۷۹/۴۷، ۵۴ و ۴۴/۵ گرم اندازه‌گیری شد. نتایج اندازه‌گیری وزن خشک ریشه نیز نشان داد که بیشترین وزن خشک ریشه مربوط به تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی با ۶۹/۲۵ گرم بوده است.

**جدول ۴- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به برخی فاکتورهای مرفولوژیک در تیمارهای رطوبتی مختلف**

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | وزن تر اندام هوایی | وزن خشک اندام هوایی | وزن ریشه | نسبت ریشه به شاخه | وزن کل |
| بلوک | ۲ | ۲۰/۱۳ $^{NS}$ | ۰/۶۸ $^{NS}$ | ۱۱۹/۷۳ $^{NS}$ | ۰/۰۱۵ $^{NS}$ | ۱۵۲/۳۹ $^{NS}$ |
| تیمار | ۲ | ۲۲۰۰۱/۹۰ $^{**}$ | ۵۸۸۹/۲۰ $^{**}$ | ۱۲۳۸۸/۵ $^{**}$ | ۰/۹۱۱ $^{**}$ | ۳۴۹۵۴/۸ $^{**}$ |
| جمعیت | ۵ | ۲۹۱/۴ $^{NS}$ | ۱۴۵/۷۵ $^{*}$ | ۵۷/۲۴ $^{NS}$ | ۰/۰۲ $^{NS}$ | ۲۶۴/۶۱ $^{NS}$ |
| جمعیت*تیمار | ۱۰ | ۱۹۵/۷۳ $^{NS}$ | ۵۸/۴۹۴ $^{NS}$ | ۱۳۲/۹۲ $^{NS}$ | ۰/۰۱۵ $^{NS}$ | ۳۰۴/۹۸ $^{NS}$ |
| خطا | ۳۴ | ۲۲۳/۰۵ | ۵۹/۹۷ $^{**}$ | ۷۵/۸۳ | ۰/۰۲۰ | ۱۶۸/۱۰ |

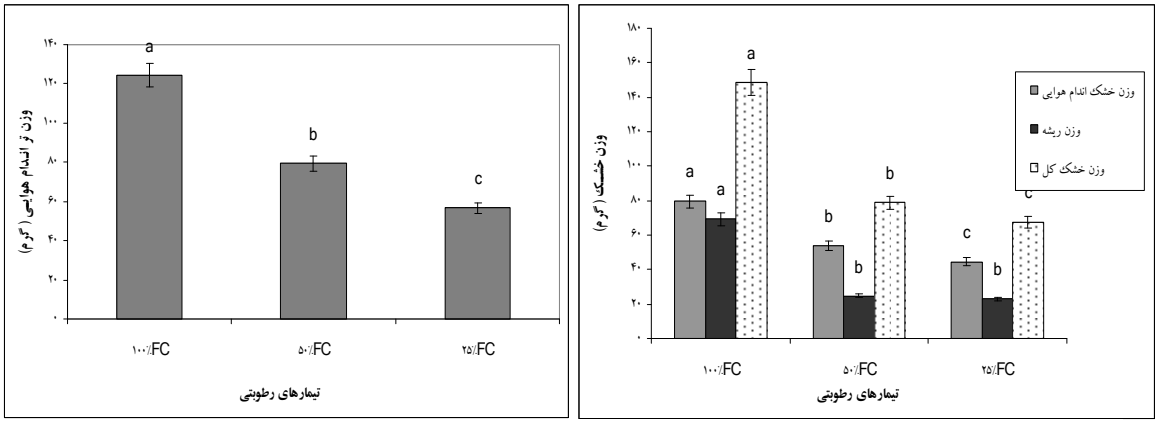
NS، * و **: به‌ترتیب عدم وجود اختلاف معنی‌دار، معنی‌داری در سطح پنج و یک درصد

بوده و تیمارهای ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی با ۲۴/۸۲ و ۲۲/۸۶ گرم کمترین وزن خشک ریشه را به خود اختصاص دادند (شکل ۷). البته بین تیمارهای ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت.

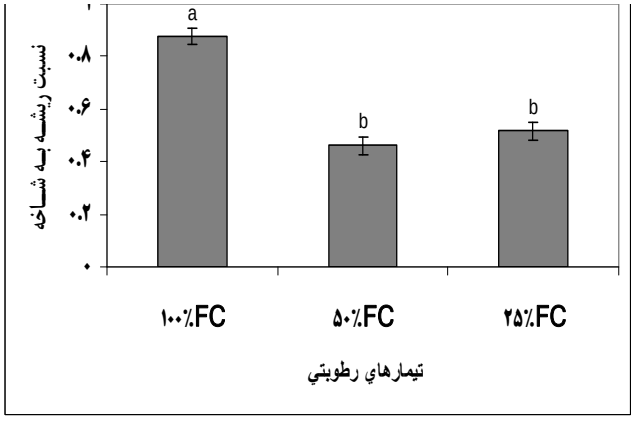
www.SID.ir

Archive of SID


تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی با ۰/۸ بیشترین و تیمار ۵۰ و ۲۵ درصد ظرفیت زراعی با ۰/۴۶ و ۰/۵۱ کمترین نسبت ریشه به شاخه را به خود اختصاص دادند (شکل ۸).




شکل ۷- تأثیر تیمارهای رطوبتی بر وزن تر اندام هوایی، وزن خشک اندام هوایی، ریشه و وزن کل در تیمارهای مختلف رطوبتی




شکل ۸- تأثیر تیمارهای رطوبتی بر نسبت ریشه به اندام هوایی

## بحث

با توجه به سابقه نسبتاً بالای کاشت تاغ در عرصه‌های بیابانی و وجود شرایط حاد حاکم بر این عرصه‌ها، به نظر می‌رسد تفاوت‌هایی در میزان مقاومت جمعیت‌های مختلف، نسبت به شرایط سخت محیطی بوجود آمده باشد. نتایج بدست آمده نشان داد که با وجود تفاوت آشکار در بین تیمارهای رطوبتی در بسیاری از فاکتورهای مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری بین جمعیت‌های مختلف تحت تأثیر تیمارهای مختلف رطوبتی مشاهده نگردید. همان‌گونه که اشاره شد گزارش‌هایی از عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین صفت‌های مورد بررسی در جمعیت‌های مختلف مربوط به یک گونه که تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفته‌اند، وجود دارد (Xiao *et al.*, 2008).

در بین صفت‌های مورد بررسی تنها فاکتور کلروفیل در بین جمعیت‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را نشان داد. بالاترین پتانسیل اسمزی برگ مربوط به بذرهای جمع‌آوری شده از کاشان و تحت تیمار رطوبتی ۲۵ درصد ظرفیت زراعی و کمترین پتانسیل اسمزی نیز مربوط به همین جمعیت و تحت تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود. این موضوع نشان می‌دهد که این جمعیت از قدرت تطابق اسمزی بیشتری نسبت به سایر جمعیت‌ها برخوردار است، موضوعی که بیشتر باید مورد توجه قرارگیرد. البته بالاترین

www.SID.ir

Archive of SID


تجمع کلروفیل در برگ‌ها مربوط به گیاهان با منشأ بیرجند بود که تحت تأثیر تیمار رطوبتی ۲۵ درصد ظرفیت زراعی قرارگرفت. کمترین مقدار کلروفیل نیز مربوط به گیاهان حاصل از بذرهای جمع‌آوری شده از کرمان و تحت تأثیر تیمار رطوبتی ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی بود. شاید از نکات برجسته در این رابطه بتوان به یکنواختی ژنتیکی (منشأ یکسان تمامی جمعیت‌ها) و کوتاه بودن زمان تأثیر عوامل سخت محیطی و همچنین توانایی بسیار بالای گیاه تاغ در برابر شرایط نامساعد اکولوژیکی اشاره داشت.

از عوامل عمده مقاومت گیاهان به خشکی در مناطق خشک و نیمه‌خشک، تطابق اسمزی با بهبود پتانسیل اسمزی و به طبع آن افزایش پتانسیل آب و جذب مناسب آب از خاک می‌باشد (Gong *et al.*, 2006 و Gul *et al.*, 2000). در این آزمایش مهمترین عامل در این رابطه افزایش غلظت پتاسیم بوده که در بین تیمارهای رطوبتی در سطح آماری پنج درصد اختلاف معنی‌داری را نشان داده است. اگرچه در تیمارهای رطوبتی اختلاف معنی‌داری بین میزان سدیم موجود در اندام‌های هوایی مشاهده نگردید، اما بالا بودن مقدار آن همراه با پتاسیم، عامل مؤثری در افزایش پتانسیل اسمزی است. در گیاهانی مانند تاغ که تحت عنوان یک گیاه نمک‌دوست مطرح هستند، تجمع عناصر معدنی مانند سدیم و پتاسیم در سلول و انباشت آنها در واکوئل‌ها برای بهبود پتاسیل آبی و جذب آب از خاک عامل مؤثری است. Gong و همکاران (۲۰۰۶) به این نکته اشاره نمودند که تاغ نسبت به سایر گیاهان بیابانی مورد بررسی از پتانسیل آبی منفی‌تری برخوردار می‌باشد و این خود عامل مؤثری بر بقای این گیاه در شرایط حادتر خشکی است. نتایج بررسی‌ها نشان داد که بین تیمارهای رطوبتی اختلاف معنی‌داری در پتانسیل اسمزی ریشه وجود ندارد، این در حالیست که پتانسیل اسمزی خاک اطراف ریشه بدلیل تفاوت در میزان آب آبیاری در هریک از تیمارهای رطوبتی دارای اختلاف معنی‌داری بود. تفاوت فاحش بین پتانسیل اسمزی ریشه با اندام هوایی بیانگر تجمع اسمولیت‌های غیرآلی در اندام هوایی برای افزایش پتانسیل آبی است، هرچند ممکن است بخش عمده‌ای از این مواد را سدیم و پتاسیم تشکیل دهد. نتایج حاضر با گزارش Nascimento و همکاران (۲۰۱۰) که در خصوص گیاه *Jatropha curcas* ارائه کرده‌اند، مطابقت دارد. میزان کلروفیل و اجزاء آن شامل کلروفیل a و b، با افزایش تنش خشکی افزایش یافته و همبستگی معنی‌داری با تبخیر و تعرق از خود نشان دادند.

Su و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کرده‌اند که یکی از راهکارهای مقابله با خشکی در گیاه تاغ بهبود شرایط فتوسنتزی گیاه برای استفاده بهینه از آب است، بعبارتی کارایی فتوسنتز در گیاه تاغ در شرایط تنش خشکی ممکن است در مقدار بیشینه خود باشد. نقش کلروفیل b در ایجاد این تغییرات ملموس‌تر از کلروفیل a است، هرچند ممکن است مقدار آن نسبت به کلروفیل a به‌مراتب کمتر باشد.

بهبود کارایی مصرف آب یکی دیگر از راهکارهایی است که گیاه تاغ در مواجه با تنش خشکی بکار گرفته است. نتایج نشان داد که هرچند گیاهان در ابتدای مراحل رشد این آمادگی را نداشتند تا کارایی مصرف آب خود را در حد بالایی بهبود ببخشند، اما افزایش کارایی مصرف آب از ۲ گرم ماده خشک به ازای هر لیتر تعرق در تیمار ۱۰۰ درصد ظرفیت زراعی به ۲/۵۴ گرم ماده خشک به ازای هر لیتر تعرق در تیمار ۲۵ درصد ظرفیت زراعی بیانگر این موضوع است که این گیاه آمادگی کامل را برای مقابله با تنش خشکی از طریق بهبود کارایی مصرف آب به‌عنوان یک گیاه $C_4$ داراست. نتایج بدست آمده با تحقیق Xu و Li (۲۰۰۶)، که گزارش کرده‌اند گیاه تاغ نسبت به گیاهانی مانند گز این توانایی را دارد که در شرایط تنش خشکی کارایی مصرف آب را بهبود ببخشد، مطابقت دارد.

نتایج حاصل از این پژوهش همچنین نشان داد که با اعمال تنش خشکی وزن خشک اندام هوایی و وزن خشک ریشه تغییر و اختلاف معنی‌داری را نشان داد (جدول ۱۰). در محاسبه نسبت ریشه به اندام هوایی مشخص گردید که تنش خشکی موجب کاهش این نسبت شده است، هرچند با افزایش تنش خشکی از ۵۰ درصد ظرفیت زراعی به ۲۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید؛ اما بهبود جزئی

www.SID.ir

Archive of SID


این نسبت در تنش شدید خشکی بیانگر این موضوع است که گیاه تاغ در مواجه با تنش شدید خشکی نسبت به افزایش ریشه برای دسترسی به آب بیشتر و کاهش سطح اندام هوایی برای به حداقل رساندن تعرق اقدام می‌نماید. Rad و همکاران (۲۰۰۸a) به این نکته اشاره نموده‌اند که با کاهش دسترسی گیاه به آب، نسبت ریشه به اندام هوایی افزایش یافته است. بنابراین بنظر می‌رسد که کوچک بودن لایسیمترهای مورد استفاده و همچنین سن کم گیاهان عامل اصلی کاهش میزان ریشه در اثر اعمال تنش خشکی باشد.

## منابع مورد استفاده


- امانی، م و مداح عارفی، ح.، ۱۳۸۲. بررسی قابلیت ترسیب کربن در تاغزارهای دست کاشت کشور واستراتژی آینده. مجموعه مقالات همایش ملی تاغ و تاغکاری در ایران، تهران، ۲۷-۲۹ خرداد:۲۷۲-۲۶۴
- پورمیدانی، ع، خاکدامن، ح. و میرزایی ندوشن، ح.، ۱۳۸۴. وراثت پذیری و همبستگی‌های فنوتیپی و ژنوتیپی صفات در ژنوتیپ‌های مختلف سیاه تاغ نواحی خشک ایران. تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی ایران، ۱۳(۳): ۲۴۶-۲۲۷.
- سالار، ن.، میرزایی ندوشن، ح. و اشرف جعفری، ع.، ۱۳۸۴. بررسی روابط صفات مورفولوژیکی در ژنوتیپ‌های سیاه تاغ (*Haloxylon aphyllun*)، تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی ایران، ۱۳ (۲): ۲۷۱-۲۸۴.

-Bates, L. S., Waldren, R. P. and Teare, I. D., 1973. Rapid determination of free proline for water stress studies. Plant and Soil, 39: 205-207.

-Gong, J. R., Zhao, A., Fhuang, Y., Mzhang, X. S., and Zhang. C. L., 2006. Water relations, gas exchange, photochemical efficiency, and per oxidative stress of four plant species in the Heine drainage basin of northern China, Photosynthetica, 44 (3): 355-364.

-Gul, B. Weber, D. J. and Khan, M. A., 2000. Effect of salinity and planting density on physiological responses of *Allenrolfea occidentals*. Western North American Naturalist, 60(2):188-197.

-Lishan, S. H., Zhang X., Wang Y., Wang, H., Yan, H., Jiang, W. and Hao, X. U., 2008. Influence of moisture on the growth and biomass allocation in *Haloxylon ammodendron* and *Tamarix ramosissima* seedlings in the shelterbelt along the Tarim Desert Highway, Xinjiang, China. Chinese Science Bulletin, 53(11): 93-101.

-Mckay, J. K., Bishop, J. G., Lin, J. Z., Richards, J. H., Sala, A., and Mitchell-Olds, T., 2001. Local adaptation across a climatic gradient despite small effective population size in the rare sapphire rock cress. Proceeding of Royal Society, 268: 1715–1721.

-Nascimento da Silva, E., Albenízio Gomes Silveira, J., Laurentino de Morais, D., Almeida Viégas, R. and Figueiredo Marinho, R., 2010. Organic and inorganic solutes and its contribution to the osmotic adjustment of water stressed *Jatropha curcas* plants. I Congress Brasileiro de Pesquisas de Pinhão Manso, Brazil, 26-28 November:4-9

-Rad, M. M., Mirhoseini, R. and Meshkat, M. A., 2008 a. Effect of water stress on some physiological characteristics of *Haloxylon aphyllum*. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 16(1): 75-93

-Rad, M. M., Mirhoseini, R., Meshkat, M. A.and Slotani, M., 2008 b. The effect of different moisture treatments on water use efficiency (WUE) in Haloxylon plant (*Haloxylon aphyllum*). Pajouhesh & Sazandegi, 80: 75-82

-Rigoyen, J. J., Emerich, D. W. and Sanchez-Diaz, M., 1992. Water stress induced changes in concentrations of proline and total soluble sugars in modulated alfalfa *(Medicago sativa*) plants. Physiologia Plantarum, 84: 55-60.

-Su, P., Cheng, G., Yan, Q. and liu, X., 2007. Photosynthetic regulation of C4 desert plant *Haloxylon ammodendron* under drought stress. Plant Growth Regulation, 51: 139–147.

-Van Kleunen, M., 2007. Adaptive genetic variation in life-history traits between populations of *Mimulus guttatus* with annual and perennial life-cycles. Evolutionary Ecology, 21: 185–199.

-Wu, C. A., Lowry, D. B., Nutter, L. I. and Willis, J. H., 2010. Natural variation for drought-response traits in the *Mimulus guttatus* species complex. Oecologia, 162: 23–33.

-Xiao, X., Xu, X. and Yang, F., 2008. Adaptive responses to progressive drought stress in two *Populus cathayana* populations. Silva Fennica, 42(5): 705–71

-Xu, H. and Li, Y., 2006. Water-use strategy of three central Asian desert shrubs and their responses to rain pulse events. Plant and Soil, 285: 5–17.

-Zhang, X., Wu, N. and Li, C., 2005. Physiological and growth responses of *Populus davidiana* ecotypes to different soil water contents. Journal of Arid Environments, 60: 567–579.


www.SID.ir

Archive of SID


# Effects of drought stress on some physiological and morphological characteristics in different populations of black saxual (*Haloxylon aphyllum*)

**M. H. Rad[1*], M. Soltani[2], M. Zare [2] and N. Tagamolian[3]**

1*-Corresponding author, Research Instructor, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Yazd, Iran, Email: mohammadhadirad@gmail.com

2-Research Expert, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Yazd, Iran

3–M.Sc. Graduate, Department of Arid Land and Desert Management, Yazd University, Iran

Received:8/11/2012 Accepted:11/28/2012

## Abstract

Despite the high resistance of black saxual (*Haloxylon aphyllum*) to environmental stress such as drought, there is the possibility of further resistance in different populations. This experiment was carried out to determine the drought tolerance in seven populations of black saxual (Yazd, Esfahan, Semnan, South Khorasan, Sistan va Blochestan, Kerman) under three moisture treatments (100%, 50% and 25% of field capacity) using small weighing lysimeters. The study was conducted in Yazd Shahid Sadoqi Research Station during 2010-2012 using a randomized complete block design with three replications. The effects of soil moisture treatments were studied on morphological traits such as shoot dry weight, root dry weight, root to shoot ratio and physiological traits such as leaf and root osmotic potential, relative water content, water use efficiency, total chlorophyll, chlorophyll a, chlorophyll b, $Na^+$ and $K^+$ accumulation in roots and shoots. According to the results, no significant differences were recorded among the populations in response to the moisture treatments except chlorophyll content ($P$<0.05). The effect of moisture treatments on water use efficiency and physiological traits such as leaf osmotic potential, relative water content of leaves, total chlorophyll, chlorophyll a, chlorophyll b and $Na^+$ in the root were significant ($P$<0.01). In addition, the effect of moisture treatments on leaf potassium was significant ($P$<0.05). Drought stress had no significant effect on other traits, including root osmotic potential, leaf $Na^+$ and root $K^+$. Effects of drought stress on morphological traits including shoot dry weight, root dry weight, total dry weight, and root to shoot ratio were significant ($P$<0.001). The interaction effects of population and moisture treatments on morphological characteristics were not significant.

**Keywords:** Black saxual (*Haloxylon aphyllum*), populations, drought stress, physiological and morphological characteristics.

www.SID.ir